





(N x 6 X  
(12)

# Das Muskelsystem der Schleimhaut des Magens und Darmkanals

beschrieben von  
Professor Dr. **Ernst Brücke.**

Am 13. Februar dieses Jahres habe ich der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften eine kurze Mittheilung über ein von mir in der Schleimhaut des Magens und Darmkanals aufgefundenes Muskelsystem gemacht, welche in den Sitzungsberichten derselben abgedruckt ist. Ich würde das dort Gesagte für hinreichend halten, wenn es sich nur um die Bekanntmachung einer jener vorläufig noch todtliegenden Thatsachen handelte, an welchen die mikroskopische Anatomie so reich ist; da aber die in Rede stehende Erweiterung unserer anatomischen Kenntnisse wohl eine Anwendung auf manche physiologische und pathologische Vorgänge im menschlichen Organismus gestattet, so erlaube ich mir, hier noch einmal in etwas ausführlicherer Weise auf dieselbe zurückzukommen.

Schon im Oesophagus findet man gegen die innere Oberfläche desselben hin eine Schicht von der Länge nach verlaufenden organischen Muskelfasern, welche von der übrigen Muskulatur der Speiseröhre durch ein mächtiges Lager von Bindegewebe getrennt ist. Die Dicke dieser Schicht beträgt  $\frac{1}{20}$  bis  $\frac{1}{15}$  und mehr von der ganzen Dicke der Wand des Oesophagus, und ist von dem sehr dicken, aus grossen Pflasterzellen bestehenden Epitellum nur durch ein Lager von Bindegewebe getrennt, welches etwa halb so dick ist, als die besagte Muskelschicht selbst. In der Cardia, wo das eigenthümliche Epitellum des Oesophagus aufhört, und die Magensaftdrüsen anfangen, treten die besagten Längfasern unter

den Grund derselben, und es gesellen sich ihnen Ringfasern bei, welche mehr nach innen zu gelagert sind. So entstehen zwei Muskellager, welche durch das ganze sogenannte submucöse Bindegewebe, die Tunica vasculosa oder Tunica propria der älteren Anatomen, von den bisher bekannten Muskelhäuten des Magens getrennt, überall unter den Magensaftdrüsen hinlaufen. Die Längsfasern und die Ringfasern bilden zusammen ein Lager von einem halben bis einem Decimillimeter Dicke. — Im Magen sind beide Schichten in so fern noch nicht streng von einander getrennt, als sie sich in der ganzen Ausdehnung desselben einander vielfach mit einzelnen Fascikeln durchstechten; auch sendet die Längsfaserhaut bisweilen Bündel aus, welche eine Strecke im submucösen Bindegewebe verlaufen. Sobald aber der Pylorus überschritten ist, tritt eine strengere Sonderung beider Schichten von einander und vom Bindegewebe ein; sie laufen hier, ebenfalls die Ringfaserhaut nach innen, die Längsfaserhaut nach aussen überall unmittelbar unter den Lieberkühn'schen Krypten hin, sind beträchtlich dünner geworden, und jede kaum noch zwei Centimillimeter dick. — Dieselbe Anordnung haben die Muskelschichten im Dickdarm, wo sie unter den Glandulae tubulatae oder simplices minores von Böhm hinlaufen, welche von vielen Anatomen mit Recht als die Cryptae Lieberkühnianae des Dickdarms beschrieben werden, da sie sich in der That von den gleichnamigen Drüsen des Dünndarms nur durch ihre grösseren Dimensionen unterscheiden. Im Colon ist das Muskellager oft dünner, so dass beide Schichten zusammen nur etwa drei Centimillimeter messen; aber diese Verdünnung kommt dann ausschliesslich auf Rechnung der Längsfaserschicht, indem dieselbe auf eine dreifache, theilweise selbst auf eine zweifache Faserlage reducirt ist. Es ist merkwürdig, dass diese Verdünnung der Längsfaserschicht zusammenfällt mit der Bildung der sogenannten Tänien auf der Oberfläche des Darms, indem auch hier die Menge der Längsfasern im Verhältniss zu dem grossen Umfange des Organs gering ist. Im Rectum erreicht die Längsfaserschicht stets wieder dieselbe Dicke, wie die Ringsfaserschicht, jede von beiden misst etwa zwei und einen halben Centimillimeter: unten gegen den After zu werden sie noch beträchtlich dicker, und können zusammen bis auf einen Decimillimeter und mehr anwachsen.

Wir haben hier also zwei neue Muskelhäute kennen gelernt, welche die beiden bisher bekannten Muskelhäute des Magens und Darinkanals, von denen sie durch das submucöse Bindegewebe getrennt sind, gleichsam wiederholen; das Muskelsystem aber, von welchem ich rede, breitet sich noch weiter nach innen zu gegen die Schleimhautoberfläche aus. Nach innen von der Ringsfaserhaut folgen nämlich unregelmässige Faserzüge, welche sich um den Grund der oben genannten Drüsen des Magens und Darinkanals herumlegend zwischen denselben gegen die Oberfläche der Schleimhaut hinziehen. Wo die Drüsen sehr dicht gestellt sind, sind diese Fasern sehr spärlich, und man sieht oft zwischen drei einander benachbarten Magendrüsen nur ein oder zwei Muskelfasern hinziehen; wo die Drüsen weitläufiger gestellt sind, sind die Muskelfasern häufiger, und am reichlichsten gehen sie in die Zotten hinein, in welchen sie ein sehr regelmässiges, nach innen von der Schicht der Capillargefässen liegendes System von Längsfasern bilden, welches bis in das äusserste Ende der Zotte hineinreicht.

Mit wenig Worten muss ich noch der Gebilde gedenken, welche das Muskelsystem nach innen zu bedecken. Es ist dies zunächst die Schicht der Capillargefässen, welche allen Erhöhungen und Vertiefungen der Schleimhautoberfläche nachfolgt. Die Gefässen selbst liegen in einer weichen, mit zahlreichen, meist ellipsoidischen Kernen durchsäeten Substanz, welche schon im frischen Zustande ziemlich durchsichtig ist, und es noch mehr durch Essigsäure wird. Diese Substanz, welche den Gefässen, die hier nicht immer nur aus Capillaren im engsten Sinne, sondern auch aus sehr kleinen Arterien und Venen bestehen, als Stroma dient, und die Maschenlöcher und sonstigen Zwischenräume derselben ausfüllt, scheint durch Verschmelzung von Zellen in einer sehr frühen Entwicklungsperiode derselben zu entstehen, und da man sich einmal gewöhnt hat, alle Lückenbüsser unter den histologischen Formationen Bindegewebe zu nennen, und umgekehrt den Ausdruck Bindegewebe sehr häufig als Lückenbüsser zu gebrauchen, so kann man sie auch unter diese Rubrik bringen; man muss aber festhalten, dass sie sehr wesentlich von dem submucösen Bindegewebe verschieden ist, und die höchst charakteristische Struktur dieses sich nicht an ihr nachweisen lässt. Auf diese Capillarschicht mit ihrem Stroma folgt nach innen zu eine glashelle Membran, welche ebenfalls allen

Erhöhungen und Vertiefungen der Schleimhautoberfläche folgt, und gleichsam als das Formgebende derselben betrachtet werden kann, indem sie nicht allein die Zotten überkleidet, sondern auch die Tunicia propria der Magensaftdrüsen und der Crypten des Dünnd- und Dickdarms bildet. Unmittelbar auf dieser Membran, welche im wesentlichen die intermediäre Haut von Henle und die Basement Membrane der englischen Anatomen ist, folgen die Epitelialgebilde, das heisst das eigenthümliche Enchym der Magensaftdrüsen und das Cylinderepitelium der Intestinalschleimhaut, welches auch die Crypten des Dünnd- und Dickdarms auskleidet.

Von den übrigen Drüsen der Darmwand liegen die Brunner'schen, wie bekannt, ganz im submukösen Bindegewebe, so dass nur ihre Ausführungsgänge das besagte Muskellager durchbohren. Auch die Drüsen ohne Ausführungsgänge liegen mehr im submukösen Bindegewebe, als in der eigentlichen Schleimhaut, wenn man letztere, wie es der bisherigen Anschauungsweise entsprechend ist, mit Einschluss unserer beiden Muskellagen begrenzen will. Nur die Kuppen der einzelnen, die Peyer'schen Plaques zusammensetzenden Kapseln treten zwischen den auseinander weichenden Muskelfasern hervor, so dass sie von ihnen nicht bedeckt sind. Die von L. Böhm in seiner ausgezeichneten und mit Recht berühmten Dissertation: „De glandularum intestinalium structura penitiori“, Berolini 1835“ beschriebenen Glandulae simplices majores des Dickdarms sind ebenfalls Drüsen ohne Ausführungsgänge; sie sind ganz eben so, wie die einzelnen Peyer'schen Kapseln gebaut, und ich finde in ihnen ganz denselben Inhalt, welchen ich in diesen als übereinstimmend mit dem der Lymphdrüsen nachgewiesen habe. (Über den Bau und die physiologische Bedeutung der Peyer'schen Drüsen. Denkschriften d. Akad. d. W. Bd. II.) Auch diese Drüsen liegen mit ihrer grösseren Hälfte im submukösen Bindegewebe, nur die Kuppe wird von den Muskelbündeln umfasst, welche die Mitte derselben unbedeckt lassen. — Durch die wallartige Erhebung der Schleimhaut rings um diese Kuppe entsteht eine trichterförmige Vertiefung, welche Böhm für den Ausführungsgang der Drüse genommen hat; man kann sich aber überzeugen, dass dieser Porus in keine Höhle führt, sondern dass im Grunde desselben die geschlossene Drüsenkapsel liegt. — Es ist dies dieselbe Täuschung, welche Böhm veranlasst hat, auch

den Peyer'schen Drüsen der Vögel Ausführungsgänge zuzuschreiben, welchen gleichfalls keine zukommen. — Um sich und Jedermann sicher zu überzeugen, dass die Glandulae simplices majores geschlossene Kapseln sind, legt man ein frisches Dickdarmstück 24 Stunden in Wasser, dann werden die scheinbaren Ausführungsgänge überaus deutlich, zugleich quellen aber die Drüsenkapseln so stark auf, dass sie die Schleimhaut hügel förmig erheben. Nun löst man den Peritonealüberzug und die Muskeln ab, so dass man von aussenher zu einer Drüse gelangt, und trägt mit der gekrümmten Scheere die hintere Wand derselben ab, so dass der Inhalt ausfliesst. Dann kann man sich überzeugen, dass der vermeintliche Ausführungsgang die Schleimhaut nicht durchbohrt, sondern dass dieselbe unversehrt ist. Eben so können aus vorsichtig getrockneten Präparaten gefertigte Durchschnitte über den eigentlichen Sachverhalt nicht in Zweifel lassen. Man muss also, da, wie schon Böhm gezeigt hat, auch die Glandulae solitariae des Dünndarms geschlossene Kapseln sind, Gerlach beistimmen, wenn er in seiner Geweblehre nur drei Arten von Drüsen in der Darmwand aufzählt, nämlich Brunner'sche, Lieberkühn'sche (im Dünnd- und Dickdarm) und Peyer'sche, welche letztere wieder in Glandulae agminatae oder plaques, und in Glandulae solitariae des Dünnd- und Dickdarms einzutheilen sind.

Was die histiologischen Elemente des von mir beschriebenen Muskellagers anlangt, so tragen sie die wesentlichen Charaktere der contractilen Faserzellen, wie sie aus Köllikers Beiträgen zur Kenntniss der glatten Muskeln (Kölliker und Siebolds Journal, Bd. I. pag. 48) bekannt sind. Die einzelnen Faserzellen, obgleich immer noch zu den längeren dieser Gebilde gehörend, sind kürzer und dünner, als die der alten Darminuskelhäute, welche ich im Gegensatze zu den meinigen die grossen oder äusseren nennen will, und laufen an den Enden in seine Spitzen aus. Die Kerne sind häufig im Verhältniss zu den Zellen sehr stark verlängert, dünn und stabförmig. Man sieht sie am besten, wenn man recht frische Darmstücke vorsichtig trocknet, dann Durchschnitte macht und diese mit Essigsäure befeuchtet. Die Isolation der Faserzellen gelingt am besten an Darmstücken, welche nach der Methode des Dr. Paulsen (Observationes microchemicae circa nonnullas animalium

telas, Dorp. 1848) mit verdünnter Salpetersäure behandelt sind. Man kann dann das Hauptlager durch Präparation mit der Pinzette in kleinen Strecken sogar für das blosse Auge sichtbar machen.

Will man, nachdem man theils an frischen, theils an so zugerichteten Präparaten die histologischen Charaktere der Fasern festgestellt hat, die Richtung und Verbreitung derselben studieren, so thut man dies, indem man einen ganzen Darmkanal von der Zunge bis zum After nach der von Purkinje angegebenen und für so viele Zwecke brauchbaren Methode in Essig kocht, dann mit Stiften auf ein Brett aufspannt und trocknet. Dann kann man sich leicht aus allen Theilen desselben Durchschnitte in verschiedenen Richtungen nehmen, und dieselben in einem Tropfen Wasser aufgeweicht untersuchen. — Sie abermals mit Essig zu befeuchten ist nicht zu empfehlen, da die Muskelfasern dadurch sichtlich blässer werden und weniger gut gegen das Bindegewebe abstechen. Um die Fasern in den Zotten zu sehen, muss man diese frisch von ihrem Epitrium befreien und sie dann mit Staarnadeln sehr sorgfältig zerlegen. Es ist dies die schwierigste der bei dieser ganzen Untersuchung vorkommenden Arbeiten, doch führt sie erfahrungsmässig zum Ziele, denn gerade diese Fasern waren es, auf welche ich zuerst, nach den Anfängen der Lymphgefässe suchend stiess, und sie erst veranlassten mich zu weiteren Nachforschungen. Nachdem ich die Muskelfasern in den Darmzotten einmal als solche an ihren histologischen Charakteren erkannt hatte, musste es mir natürlich sehr nahe liegen, mich auch durch Versuche von ihrer Contractilität zu überzeugen, um so mehr als schon in den Jahren 1842 und 1843 Gruby und Delafond und Lacauchie Angaben über das Bewegungsvermögen der Darmzotten gemacht hatten. Lacauchie sah, dass sich an frisch getöteten Thieren die Zotten verkürzten und verdickten, so dass das Epitrium in quere Runzeln gelegt wurde. Dieser Zustand, den er als die Todtenstarre der Zotten bezeichnet, dauerte kurze Zeit und machte dann den Erscheinungen der eintretenden Sepsis Platz. Er schreibt das Zusammenziehungsvermögen den in den Zotten liegenden Lymphgefässen zu, indem er angibt, sich unabhängig von J. Müller von der Contractilität der Lymphgefässe an grösseren Stämmen derselben überzeugt zu haben. (Comptes Rendus de l'Acad. de Paris. T.

XVI p. 1125, Séance du 22. Mai 1843). Als diese Angaben in der Akademie verlesen wurden, verlangten Gruby und Delafond, welche Untersuchungen über das Verhalten der Zotten und der Chylusgefässe an lebenden Thieren angestellt hatten, die Eröffnung einer Note, die sie am 5. September 1842 versiegelt der Akademie übergeben hatten, weil in derselben ähnliche Resultate enthalten seien. In dieser Note war den Darmzotten eine dreifache Bewegung zugeschrieben. Erstens Verlängerung, zweitens Verkürzung, und drittens seitliche Bewegung. In einer zweiten Note, in der sie zugleich die Zotten als aus dem centralen Chylusgefäß, einer Fibrillen- und Blutgefäß-Schichte und dem Epitelium bestehend beschreiben, wiederholen sie dieselben Angaben: sie sagen, dass sich die Zotten verlängern und verdünnen, verkürzen und verdicken und zur Seite beugen, und fügen noch hinzu, dass diese Bewegungen dazu dienen, das Blut und den Chylus aus den Zotten auszutreiben und dieselben mit immer neuen Chylusmassen in Berührung zu bringen (l. c. p. 1195 und 1199).

Die genannten Beobachter konnten durch keine vorgefasste Meinung bei ihren Beobachtungen beirrt sein, da sie von dem oben beschriebenen Muskelsystem durchaus nichts wussten, und es ist in der That höchst auffallend, dass ihre Angaben trotz der Wichtigkeit und Tragweite derselben von denjenigen Gelehrten, welche später über Resorption schrieben, so viel ich weiss, weder bestätigt, noch widerlegt, ja nicht einmal erwähnt wurden. Ich kann mir dies nur dadurch erklären, dass dieselben vielleicht bei ihren Versuchen über die Contractilität der Zotten zu negativen Resultaten gekommen sind, und dieselben mit Stillschweigen übergaangen haben. Ich will desshalb den Weg beschreiben, auf welchem ich zu einem sehr entscheidenden positiven Resultate gelangt bin, wenn ich auch die Angaben von Gruby und Delafond nicht in allen Punkten bestätigen kann.

Ich markotisire nach der von meinem hochgeehrten Freunde Herrn Prof. C. Ludwig in Zürich angegebenen Methode einen Hund, indem ich ihm einen Opiumauszug in die Vena jugularis externa einspritze. Ich bereite mir diesen gewöhnlich, indem ich je nach der Grösse des Hundes etwa 7—8 Gran Opium, erst mit Wasser, dann mit Weingeist ausziehe, und die beiden filtrirten Flüs-

sigkeiten mit einander vermischt. Uebrigens kann man sich auch der käuflichen Opiumtinctur bedienen.

Gleich nach der Einspritzung treten einige Convulsionen ein, und dann verfällt das Thier in einen tiefen, mehrere Stunden lang anhaltenden Sopor, während dessen man die grausamsten Operationen an ihm vornehmen kann, ohne dass es auch nur die leiseste Schmerzensäusserung von sich gibt. In diesem Zustande spaltet man die Bauchdecken in der Linea alba, und eröffnet das Dünndarmrohr an einer oder an mehreren Stellen gerade gegenüber von der Insertion des Mesenteriums, weil hier der Einschnitt die geringste, ja in der That eine höchst unbedeutende Blutung veranlasst. Stellt man nun sogleich die Reizversuche an, so gelangt man allerdings zu negativen Resultaten, weil die Zotten, sobald sie mit der Atmosphäre in Berührung kommen, sich zusammen ziehen, und sich dann auf andere Reize nicht weiter verkürzen können. In diesem Zustande hat die Darmschleimhaut ein granulirtes Aussehen, und ist ziemlich blassroth gefärbt; nach einiger Zeit aber erschlaffen die Zotten, die Schleimhautoberfläche verliert das granulirte Aussehen, erscheint sammetartig und ist dunkler roth gefärbt. Wenn man zu dieser Zeit, etwa 20 bis 30 Minuten nach der Eröffnung des Darmrohrs mit einer kleinen geknöpften Sonde leise aber rasch über die Schleimhaut streicht, so sieht man die berührte Stelle langsam einsinken und granulirt werden, und man kann sich mittelst der Lupe leicht überzeugen, dass diese Veränderung von Verkürzung und Verdickung der Zotten herrührt. — Eine Verlängerung und Verdünnung derselben habe ich auf Reize nie eintreten sehen, und da in den Zotten auch keine Ringsfasern enthalten sind, so kann ich eine solche als activen Zustand überhaupt nicht anerkennen. Seitliche Bewegungen habe ich auch nie gesehen, doch will ich ihre Möglichkeit nicht in Abrede stellen, da sie entstehen würden, wenn die Muskelfasern einer Zotte sich irgend einmal nur auf einer Seite derselben zusammenzögen, auf der anderen erschlafft blieben.

Wenn endlich die Frage nach der Funktion des vorbeschriebenen Muskelsystems entsteht, so kann man ihm, so weit die Untersuchungen bis jetzt reichen, folgende Wirkungen zuschreiben:

1) Wenn die Muskelfasern in den Zotten sich contrahiren, so

muss der in ihnen enthaltene Chylus wenigstens theilweise in centripetaler Richtung fortgeschafft werden.

- 2) Zugleich wird durch die Compression der Capillargefässse das Blut aus denselben verdrängt, wie dieses die verhältnissmässig blasse Farbe beweist, welche der frisch geöffnete Dünndarm bei contrahirten Zotten zeigt. Später erblassen die sich contrahirenden Zotten in der Regel nicht mehr, weil sich in ihren Capillaren eine Stase ausbildet.
- 3) Die Contraction unseres Muskelsystems kann den Inhalt der sämmtlichen einfachen Drüsen der Intestinalschleimhaut in die Höhle des Magens oder Darms entleeren. Hierauf scheint wenigstens zum Theil die plötzliche Absonderung von Magensaft zu beruhen, welche man durch reizende Substanzen oder durch mechanische Irritation hervorrufen kann.
- 4) Dasselbe Muskelsystem kann bei andauernder starker Contraction bewirken, dass in einer gegebenen Zeit weniger Blut durch die Darmcapillaren passirt, als dies im normalen Zuge der Fall sein würde. Hierdurch kann der Secretions- und Absorptionsprocess der Darmschleimhaut wesentlich modifizirt werden.
- 5) Die Ringfasern in den Valvulae Kerkringii erhöhen dieselben bei ihrer Contraction, die Längfasern machen sie niedriger.
- 6) Der innere Spannungszustand der ganzen Schleimhaut wird in allen ihren Theilen durch den Contractiongrad des hier beschriebenen Muskelsystems bedingt.









